

**STUDI ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV DI PT PLN
(PERSERO) ULP PALUR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD KHAIRUL AZWAR

D400170100

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV DI PT PLN
(PERSERO) ULP PALUR**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMMAD KHAIRUL AZWAR

D400170100

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Dr. Agus Ulinuha, M.T.

NIK. 656

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV DI PT PLN
(PERSERO) ULP PALUR**

Oleh

MUHAMMAD KHAIRUL AZWAR

D400170100

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari sabtu, 31 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- 1. Dr. Agus Ulinuha, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Hasyim Asy'ari, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Tindyo Prasetyo, ST. MT
(Anggota II Dewan Penguji)**


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

NIK. 892

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 5 Juli 2021

Penulis



MUHAMMAD KHAIRUL AZWAR

D400170100

STUDI ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV DI PT PLN (PERSERO) ULP PALUR

Abstrak

Ketersediaan dan kontinuitas tenaga listrik pada pelanggan harus diperhatikan dan ditingkatkan. Sehingga perlunya peninjauan dan evaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik ditentukan sebagai kemampuan untuk menyalurkan tenaga listrik tanpa gangguan kepada konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV pada penyulang dari PT PLN ULP Palur menggunakan perhitungan matematis dan simulasi menggunakan *software* ETAP, dengan menggunakan indeks keandalan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). Penelitian ini menggunakan SPLN No 59:1985 dan IEEE std 1366: 2003 sebagai standar tingkat keandalan. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan nilai keandalan sistem indeks SAIFI sebesar 2.2116 kali/konsumen/tahun dan SAIDI sebesar 4.4567 jam/konsumen/tahun. Untuk perbandingan dilakukan perbandingan antara perhitungan matematis dan simulasi menggunakan *software* ETAP pada penyulang PLR.14, untuk mengetahui perbedaan analisa keandalan secara perhitungan dan simulasi dan didapatkan hasil dengan selisih sebesar 0.0876 untuk indeks SAIFI dan sebesar 0.6721 untuk indeks SAIDI.

Kata Kunci: keandalan, listrik, sistem, SAIFI, SAIDI

Abstract

The availability and continuity of electric power to customers must be considered and improved. So it is necessary to review and evaluate the reliability of the electric power distribution system. The reliability of the electric power distribution system is determined as the ability to deliver electricity without interruption to consumers. This study aims to determine the level of reliability of the 20 kV distribution system on the feeder from PT PLN ULP Palur uses mathematical calculations and simulations using ETAP *software*, using the SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) reliability index and SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). This research uses SPLN No. 59:1985 and IEEE std 1366:2003 as the standard of reliability level. From the research, the reliability value of the SAIFI index system is 2.2116 times/consumer/year and SAIDI is 4.4567 hours/consumer/year. For comparison, a comparison was made between mathematical calculations and simulations using ETAP *software* on the PLR.14 feeder, to determine the difference in reliability analysis in calculations and simulations and obtained results with a difference of 0.0876 for the SAIFI index and 0.6721 for the SAIDI index.

Keywords: reliability, electricity, system, SAIFI, SAIDI

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kebutuhan dan aktivitas manusia. Sehingga untuk penyaluran distribusi energi listrik yang andal diperlukan, mulai dari pembangkit sampai dengan konsumen, yang dimulai dari pembangkitan, transmisi, dan pendistribusian sampai ke pelanggan. Sistem distribusi merupakan tahap penyaluran energi listrik dari pembangkit menuju konsumen.

Masalah paling mendasar dalam sistem distribusi tenaga listrik sangat bergantung pada kualitas energi listrik, kontinuitas, dan pelayanan daya listrik kepada pelanggan. Kegagalan peralatan akan menyebabkan suplai energi listrik akan terganggu. Untuk peralatan listrik menjadi salah satu masalah yang paling penting dalam penyaluran energi listrik, maka evaluasi keandalan sangat diperlukan. Penggunaan analisa keandalan sistem jaringan 20 kV merupakan aspek penting dalam peningkatan pendistribusian energi listrik.

Keandalan sistem distribusi merupakan ukuran kinerja dari suatu sistem distribusi serta tingkat jaminan penyediaan energi listrik. Keandalan sistem distribusi didefinisikan sebagai kemampuan sistem distribusi untuk menjalankan fungsinya untuk jangka waktu tertentu tanpa gagal (Nazaruddin et al., 2020). Tingkat keandalan sistem dapat terganggu oleh beberapa kendala seperti ekosistem alam, aktivitas manusia, instrumen lama, bahkan hewan di sekitar saluran distribusi listrik (Lestari & Mulyadi, 2018).

PT PLN (Persero) ULP Palur ialah satu di antara beberapa PLN didedikasikan untuk layanan teknis, transaksi, dan pendistribusian tenaga listrik. PT PLN (Persero) ULP Palur berada dibawah kewenangan PT PLN (Persero) UP3 Surakarta Distribusi Jawa Tengah dan DIY. Pada penelitian ini penulis akan menentukan tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Palur, dalam hal ini penulis menentukan nilai keandalan dengan cara perhitungan nilai indeks keandalan menggunakan perhitungan secara matematis menggunakan rumus yang sudah ditentukan dan simulasi menggunakan *software* ETAP dengan mode *Reliability Assessment (RA)*. Indeks keandalan yang dipakai yaitu SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) atau frekuensi gangguan dalam kurun waktu satu tahun dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) atau durasi gangguan dalam kurun waktu satu tahun. Untuk standar tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV menggunakan SPLN No 59: 1985 dan IEEE std 1366: 2003. Karena nilai keandalan diperlukan untuk mengetahui sistem pendistribusian tersebut andal atau tidak. Pertama akan dilakukan perhitungan nilai keandalan sistem distribusi 20 kV menggunakan rumus perhitungan matematis dengan menggunakan data jumlah pelanggan, dan data jumlah gangguan yang terjadi di PT PLN (Persero) ULP Palur pada tahun 2020. Selanjutnya akan dilakukan simulasi keandalan sistem distribusi menggunakan *software* ETAP mode *Reliability Assessment (RA)* , dengan menggunakan data data seperti data laju kegagalan komponen, data trafo, dan data beban. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil nilai keandalan sistem distribusi dengan perhitungan matematis dan simulasi menggunakan *software* ETAP. Dari penelitian yang dilakukan, maka didapat perbandingan nilai perhitungan nilai keandalan yang dilakukan baik dari perhitungan secara matematis menggunakan rumus maupun simulasi menggunakan *software* ETAP, maka akan

didapatkan selisih nilai keandalan sistem distribusi pada PT PLN (Persero) ULP Palur. Penelitian ini akan didapatkan nilai keandalan sistem, yang selanjutnya akan di analisa, lantaran apabila nilai keandalan yang dihitung sinkron dengan standar yang digunakan, maka sistem distribusi dapat dikatakan andal dan konsumen pula yang akan menikmati listrik secara berkelanjutan.

1.1 Rumusan Masalah

Untuk dapat menganalisa keandalan sistem distribusi 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Palur, maka perlu untuk merumuskan masalah yaitu :

Bagaimana menghitung keandalan sistem distribusi 20 kV secara matematis pada penyulang palur dan menyimulasikan analisa keandalan sistem distribusi pada penyulang PLR.14 dengan memakai *software* ETAP ?

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini untuk :

Menghitung nilai keandalan sistem distribusi 20 kV pada PT PLN (Persero) ULP Palur dan simulasi nilai keandalan dengan menggunakan *software* ETAP dengan menggunakan mode *Reliability Assessment (RA)*.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukan penelitian ini untuk :

Menambah pengetahuan tentang cara menganalisa dan menghitung keandalan sistem distribusi dan pemanfaatan *software* ETAP untuk analisa keandalan menggunakan mode *Reliability Assessment (RA)*.

2. METODE

Penelitian yang dilakukan ini berjudul studi analisa keandalan sistem distribusi 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Palur dapat terselesaikan dengan tahapan studi literatur tentang teori penunjang yang digunakan dalam penelitian, pengambilan data di PT PLN (Persero) ULP Palur, menganalisa dan melakukan perhitungan secara matematis, dan melakukan simulasi menggunakan *software* ETAP sebagai pembanding, dan menyusun laporan tugas akhir.

2.1 Studi Literatur

Serangkaian kegiatan dan riset untuk mencari informasi dan gambaran singkat yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Referensi tersebut biasanya dari buku, artikel publikasi, karya ilmiah, dan jurnal.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dengan cara survei atau bertemu langsung dengan pihak PT PLN (Persero) ULP Palur, yang sebelumnya mengajukan permohonan pengajuan pengambilan data ke PT PLN (Persero) UP3 Surakarta.

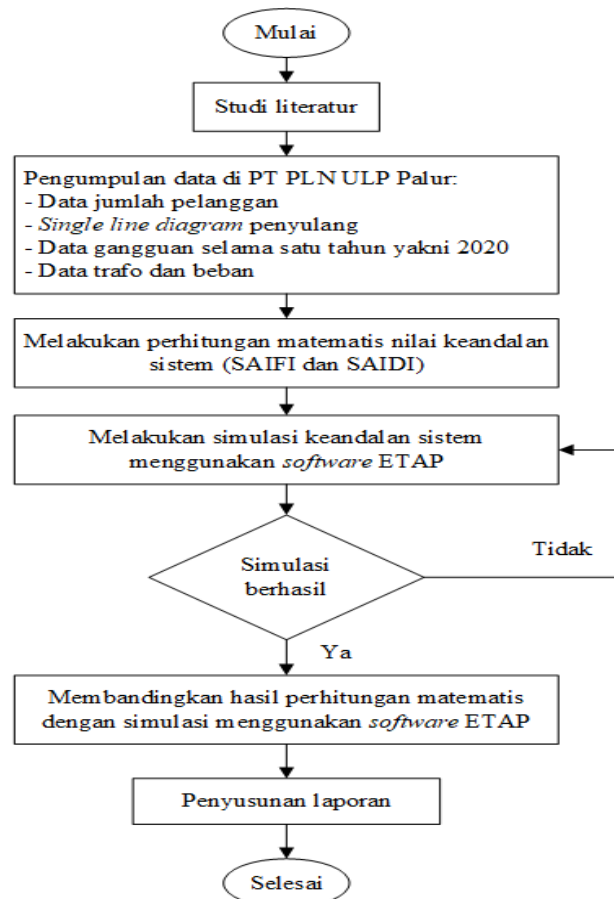
2.3 Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data, data yang diperoleh dari PT PLN (Persero) ULP Palur, kemudian dilakukan pengolahan data. Pertama dilakukan perhitungan secara matematis menggunakan *software* EXCEL, kemudian dilakukan simulasi menggunakan *software* ETAP untuk perbandingan analisa keandalan sistem distribusi.

2.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini yaitu laptop, *software* EXCEL digunakan untuk perhitungan secara matematis, dan *software* ETAP digunakan untuk melakukan simulasi keandalan sistem distribusi menggunakan mode *Reliability Assessment (RA)*.

2.5 Alur Penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

Penelitian ini dimulai dari studi literatur untuk mencari referensi penelitian, kemudian dilakukan pengambilan data di PT PLN (Persero) ULP Palur yang sebelumnya mengajukan permohonan pengambilan data di PT PLN (Persero) UP3 Surakarta. Selanjutnya melakukan analisa perhitungan secara matematis menggunakan EXCEL, lalu menyimulasikan analisa keandalan menggunakan *software* ETAP menggunakan mode *Reliability Assessment (RA)*, kemudian menyusun laporan tugas akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan analisa keandalan sistem distribusi 20 kV menggunakan perhitungan secara matematis dengan menggunakan rumus serta simulasi keandalan sistem menggunakan *software* ETAP dengan mode *Reliability Assessment (RA)*. Analisa keandalan yang didapatkan dari perhitungan matematis dan simulasi kemudian dibandingkan untuk melihat perbedaan nilai keandalan sistem indeks SAIFI dan SAIDI.

3.1 Data Konsumen yang disuplai oleh PT PLN ULP Palur

Data jumlah konsumen setiap penyulang yang disuplai oleh PT PLN ULP Palur. Untuk PT PLN ULP Palur terdiri dari 20 penyulang mulai dari penyulang PLR.1 sampai PLR.22 dengan jumlah konsumen total yaitu 190.839, seperti yang ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah konsumen PT PLN ULP Palur

No	Penyulang	Jumlah Pelanggan
1	PLR.1	6012
2	PLR.2	159
3	PLR.3	3379
4	PLR.4	462
5	PLR.5	630
6	PLR.6	5915
7	PLR.7	1609
8	PLR.9	2744
9	PLR.10	1559
10	PLR.12	27121
11	PLR.13	1045
12	PLR.14	45626
13	PLR.15	51437
14	PLR.16	34288
15	PLR.17	3489
16	PLR.18	2140
17	PLR.19	180
18	PLR.20	2968
19	PLR.21	76
20	PLR.22	0
TOTAL		190839

3.2 Data Gangguan dan Durasi Pemadaman PT PLN ULP Palur untuk Setiap Penyulangnya

Data gangguan dan durasi pemadaman PT PLN ULP Palur yang terjadi pada tahun 2020. Data meliputi tanggal terjadinya gangguan, frekuensi gangguan yang didapat dari berapa kali terjadi gangguan dalam kurun waktu satu tahun untuk setiap penyulangnya, durasi terjadinya gangguan yang didapat dari selisih antara waktu pemadaman dan waktu kembali nyala dalam satuan menit, seperti yang ditunjukkan tabel 2.

Tabel 2. Data gangguan dan durasi gangguan PT PLN ULP Palur

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)
1	PLR.1	23-Mar-20	13:05:10	14:28:47	83
2	PLR.1	27-Mar-20	13:20:13	14:20:47	60
3	PLR.1	29-Mar-20	00:53:31	01:55:24	61
4	PLR.1	10-Dec-20	03:15:05	04:22:09	67
1	PLR.2	5-Mar-20	17:42:30	18:31:33	49
2	PLR.2	8-Mar-20	23:34:48	00:21:11	47
3	PLR.2	21-Dec-20	16:08:37	17:03:04	54
1	PLR.3	29-Feb-20	08:49:12	09:36:18	47
2	PLR.3	23-Apr-20	23:12:56	23:59:26	46
3	PLR.3	27-Jun-20	02:23:15	04:08:01	104
4	PLR.3	17-Jul-20	15:54:19	16:58:59	64
5	PLR.3	20-Agu-20	14:54:38	16:23:32	88
6	PLR.3	5-Nov-20	08:14:06	08:51:01	36
1	PLR.4	31-Agu-20	07:24:48	08:53:12	88
1	PLR.5	19-Jun-20	20:11:00	21:05:03	54
1	PLR.6	27-Mar-20	18:52:49	19:43:25	50
2	PLR.6	30-Mar-20	19:11:03	20:23:48	72
3	PLR.6	5-Okt-20	02:09:43	04:36:15	146
1	PLR.7	5-Feb-20	07:36:10	09:01:40	85
1	PLR.9	16-Jan-20	04:56:11	06:17:09	80
2	PLR.9	21-Feb-20	19:15:28	19:59:05	43
3	PLR.9	29-Feb-20	14:20:28	15:54:29	94
4	PLR.9	27-Apr-20	16:17:24	17:14:33	57
5	PLR.9	7-Jun-20	15:59:09	17:13:40	74
6	PLR.9	17-Jul-20	11:48:00	12:32:05	44
1	PLR.12	4-Apr-20	04:28:30	07:23:30	175

1	PLR.13	18-Jan-20	13:21:49	14:47:02	85
2	PLR.13	8-Mar-20	12:53:19	13:42:36	49
3	PLR.13	18-Mar-20	15:44:05	16:42:45	58
4	PLR.13	17-Apr-20	16:37:24	17:43:17	65
5	PLR.13	24-Nov-20	03:30:35	04:16:02	45
1	PLR.14	1-Mar-20	22:35:27	0:23:27	107
2	PLR.14	6-Mar-20	09:37:41	11:34:11	116
3	PLR.14	17-Apr-20	15:25:00	18:27:07	182
4	PLR.14	27-Apr-20	23:36:22	02:03:52	182
5	PLR.14	30-Nov-20	03:58:38	06:52:20	173
1	PLR.15	3-Agu-20	23:33:38	00:21:11	48
1	PLR.17	1-Jan-20	00:19:53	02:21:22	121
2	PLR.17	6-Mar-20	15:23:02	15:59:05	36
3	PLR.17	7-Mar-20	13:06:11	14:40:26	94
4	PLR.17	1-Mei-20	20:36:08	23:25:35	169
5	PLR.17	16-Mei-20	11:34:44	12:18:25	43
6	PLR.17	8-Jul-20	22:48:14	23:37:48	49
1	PLR.18	6-Mar-20	15:23:17	16:00:33	37
2	PLR.18	12-Jun-20	04:55:30	07:53:18	177
1	PLR.19	5-Agu-20	13:38:05	17:08:56	210
1	PLR.20	16-Mar-20	13:24:56	17:45:32	250
1	PLR.21	4-Jan-20	02:07:50	03:18:43	70

3.3 Data pembebanan pada penyulang PLR.14 PT PLN ULP Palur

Data pembebanan pada penyulang PLR.14 PT PLN ULP Palur, dapat dilihat pada tabel, sebagai berikut :

Tabel 3. Data pembebanan pada penyulang PLR.14 PT PLN ULP Palur

No	Trafo	S (VA)	S (KVA)
1	PLR 140019T001	39,227.49	39.23
2	PLR14007	168,954.63	168.95
3	PLR040025T002	88,196.03	88.20
4	PLR040025T001S003	130,714.41	130.71
5	PLR140044	178,827.32	178.83
6	PLR140050	124,790.80	124.79
7	PLR140051U005	109,915.94	109.92
8	PLR140051U007	113,272.66	113.27

9	PLR140056S0010	55,681.97	55.68
10	PLR140068	42,057.66	42.06
11	PLR140071	36,397.32	36.40
12	PLR140075SO9T01	34,686.05	34.69
13	PLR140078A	39,095.85	39.10
14	PLR140080S003	197,124.70	197.12
15	PLR140080S015	69,964.46	69.96
16	PLR140080S025	52,456.89	52.46
17	PLR140093	25,405.72	25.41
18	PLR140096AS001	160,990.66	160.99
19	PLR140096	25,405.72	25.41
20	PLR140096AS002	161,385.57	161.39
21	PLR140098S003	173,759.34	173.76
22	PLR140120B001	169,678.63	169.68
23	PLR140127	37,055.49	37.06
24	PLR140138	41,070.39	41.07
TOTAL			2276.12

3.4 Perhitungan Matematis Indeks Keandalan SAIFI PT PLN ULP Palur Setiap Penyulang

Perhitungan indeks keandalan SAIFI pada PT PLN ULP Palur, dapat dihitung berdasarkan jumlah konsumen setiap penyulang dan konsumen total yang disuplai PT PLN ULP Palur, serta frekuensi terjadinya gangguan sesuai data pada tabel 1 dan 2. Sehingga diperoleh rumus untuk mencari nilai keandalan sistem SAIFI sebagai berikut :

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah dari perkalian frekuensi gangguan dan konsumen yang padam}}{\text{Total konsumen}} \dots\dots\dots(1)$$

$$= \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{N_t} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan : λ_i = Frekuensi gangguan

N_i = Jumlah pelanggan per penyulang yang padam

N_t = Jumlah total pelanggan yang dilayani

Sebagai contoh untuk perhitungan nilai SAIFI pada penyulang PLR.1:

$$\begin{aligned} \text{PLR.1} &= \frac{\text{Jumlah dari perkalian frekuensi gangguan dan konsumen yang padam}}{\text{Total konsumen}} \\ &= \frac{4 \times 6012}{190839} \\ &= 0.1260 \text{ kali/konsumen/tahun} \end{aligned}$$

Berikutnya akan dilakukan perhitungan nilai keandalan SAIFI dengan rumus dan cara yang sama pada penyulang PLR.2 sampai PLR.22, lalu akan dijumlahkan nilai SAIFI pada setiap penyulangnya untuk mengetahui nilai indeks keandalan SAIFI pada PT PLN ULP Palur sebesar 2.2116 kali/konsumen/tahun, sesuai data perhitungan pada tabel 3.

Tabel 4. Nilai keandalan indeks SAIFI pada PT PLN ULP Palur

No	Penyulang	Frekuensi Padam	Pelanggan	SAIFI
1	PLR.1	4	6012	0.1260
2	PLR.2	3	159	0.0025
3	PLR.3	6	3379	0.1062
4	PLR.4	1	462	0.0024
5	PLR.5	1	630	0.0033
6	PLR.6	3	5915	0.0930
7	PLR.7	1	1609	0.0084
8	PLR.9	6	2744	0.0863
9	PLR.10	0	1559	0.0000
10	PLR.12	1	27121	0.1421
11	PLR.13	5	1045	0.0274
12	PLR.14	5	45626	1.1954
13	PLR.15	1	51437	0.2695
14	PLR.16	0	34288	0.0000
15	PLR.17	6	3489	0.1097
16	PLR.18	2	2140	0.0224
17	PLR.19	1	180	0.0009
18	PLR.20	1	2968	0.0156
19	PLR.21	1	76	0.0004
20	PLR.22	0	0	0.0000
TOTAL			190839	2.2116

3.5 Perhitungan Matematis Indeks Keandalan SAIDI PT PLN ULP Palur Setiap Penyulang

Perhitungan indeks keandalan SAIDI pada PT PLN ULP Palur, dapat dihitung berdasarkan jumlah konsumen setiap penyulang dan konsumen total yang disuplai PT PLN ULP Palur, serta durasi terjadinya gangguan dengan satuan jam sesuai data pada tabel 1 dan 2. Sehingga diperoleh rumus untuk mencari nilai keandalan sistem SAIDI sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\text{Jumlah dari Perkalian durasi padam dan Konsumen yang padam}}{\text{Total Konsumen}} \dots\dots\dots(3)$$

$$= \frac{\sum U_i.N_i}{N_t} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan : U_i = Durasi pemadaman

N_i = Jumlah pelanggan per penyulang yang padam

Nt = Jumlah total pelanggan yang dilayani

Sebagai contoh untuk perhitungan nilai SAIDI pada penyulang PLR.1:

$$\begin{aligned} \text{PLR.1} &= \frac{\text{Jumlah dari perkalian durasi padam dan konsumen yang padam}}{\text{Total konsumen}} \\ &= \frac{4.52 \times 6010}{190839} \\ &= 0.1423 \text{ jam/konsumen/tahun} \end{aligned}$$

Berikutnya akan dilakukan perhitungan nilai keandalan SAIDI dengan rumus dan cara yang sama pada penyulang PLR.2 sampai PLR.22, lalu akan dijumlahkan nilai SAIDI pada setiap penyulangnya untuk mengetahui nilai indeks keandalan SAIDI pada PT PLN ULP Palur sebesar 4.4567 jam/konsumen/tahun, sesuai data perhitungan pada tabel 4.

Tabel 5. Nilai keandalan indeks SAIDI pada PT PLN ULP Palur

No	Penyulang	Lama Padam (Menit)	Lama Padam (Jam)	Pelanggan	SAIDI
1	PLR.1	271	4.52	6012	0.1423
2	PLR.2	150	2.50	159	0.0021
3	PLR.3	385	6.42	3379	0.1136
4	PLR.4	88	1.47	462	0.0036
5	PLR.5	54	0.90	630	0.0003
6	PLR.6	268	4.47	5915	0.1384
7	PLR.7	85	1.42	1609	0.0119
8	PLR.9	392	6.53	2744	0.0939
9	PLR.10	0	0.00	1559	0.0000
10	PLR.12	175	2.92	27121	0.4145
11	PLR.13	302	5.03	1045	0.0276
12	PLR.14	760	12.67	45626	3.0284
13	PLR.15	48	0.80	51437	0.2156
14	PLR.16	0	0.00	34288	0.0000
15	PLR.17	512	8.53	3489	0.1560
16	PLR.18	214	3.57	2140	0.0400
17	PLR.19	210	3.50	180	0.0033
18	PLR.20	250	4.17	2968	0.0648
19	PLR.21	70	1.17	76	0.0005
20	PLR.22	0	0.00	0	0.0000
TOTAL		4234	70.57	190839	4.4567

3.6 Analisa Keandalan SAIFI dan SAIDI pada PT PLN ULP Palur

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan dengan menggunakan perhitungan secara matematis nilai keandalan sistem indeks SAIFI dan SAIDI, untuk masing-masing penyulang pada PT PLN ULP Palur, masih tergolong andal berdasarkan SPLN No 59: 1985, karena nilai keandalannya masih dibawah batas maksimum. Indeks SAIFI berdasarkan standar IEEE std 1366: 2003 untuk masing-masing penyulang PT PLN ULP Palur tergolong andal, karena nilai keandalan masih dibawah batas maksimal. Sedangkan untuk indeks SAIDI, penyulang PLR.14 tergolong tidak andal karena nilai keandalan melebihi batas maksimal yang ditentukan yaitu 3.0284 jam/konsumen/tahun. Selebihnya nilai SAIFI dan SAIDI dapat dilihat pada tabel 5 seperti berikut.

Tabel 6. Nilai keandalan indeks SAIFI dan SAIDI berdasarkan standar yang ditentukan

No	Penyulang	Nilai SAIFI	Nilai SAIDI	SPLN		IEEE	
				SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
				3.2 k/km/thn	21.09 jm/km/thn	1.45 k/km/thn	2.3 jm/km/thn
1	PLR.1	0.1260	0.1423	V	V	V	V
2	PLR.2	0.0025	0.0021	V	V	V	V
3	PLR.3	0.1062	0.1136	V	V	V	V
4	PLR.4	0.0024	0.0036	V	V	V	V
5	PLR.5	0.0033	0.0003	V	V	V	V
6	PLR.6	0.0930	0.1384	V	V	V	V
7	PLR.7	0.0084	0.0119	V	V	V	V
8	PLR.9	0.0863	0.0939	V	V	V	V
9	PLR.10	0.0000	0.0000	Tidak terjadi gangguan selama 2020			
10	PLR.12	0.1421	0.4145	V	V	V	V
11	PLR.13	0.0274	0.0276	V	V	V	V
12	PLR.14	1.1954	3.0284	V	V	V	X
13	PLR.15	0.2695	0.2156	V	V	V	V
14	PLR.16	0.0000	0.0000	Tidak terjadi gangguan selama 2020			
15	PLR.17	0.1097	0.1560	V	V	V	V
16	PLR.18	0.0224	0.0400	V	V	V	V
17	PLR.19	0.0009	0.0033	V	V	V	V
18	PLR.20	0.0156	0.0648	V	V	V	V
19	PLR.21	0.0004	0.0005	V	V	V	V
20	PLR.22	0.0000	0.0000	Tidak terjadi gangguan selama 2020			

Keterangan :

k/km/thn = kali/konsumen/tahun

jm/km/thn = jam/konsumen/tahun

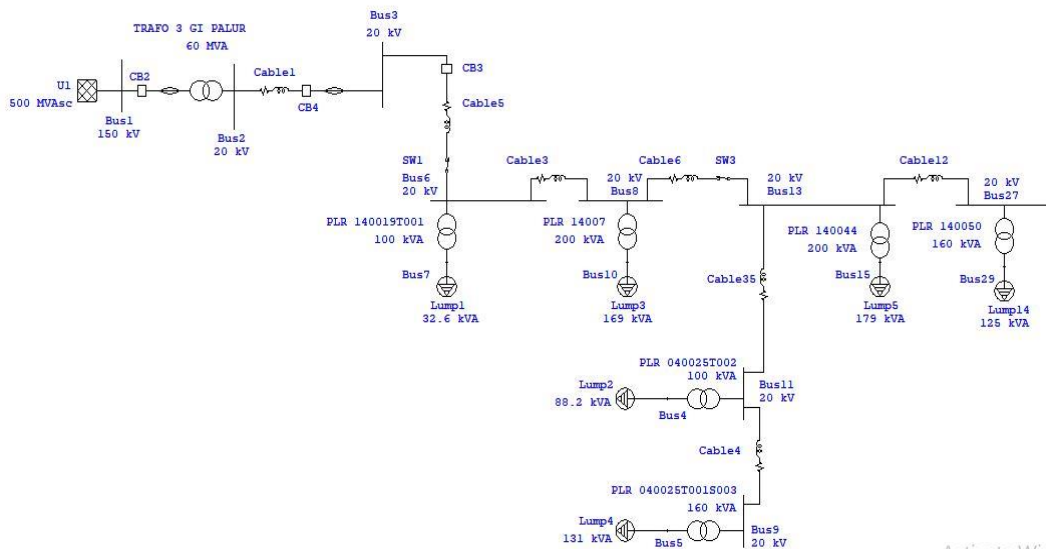
V = Andal
X = Tidak andal

3.7 Simulasi Keandalan Menggunakan *Software* ETAP

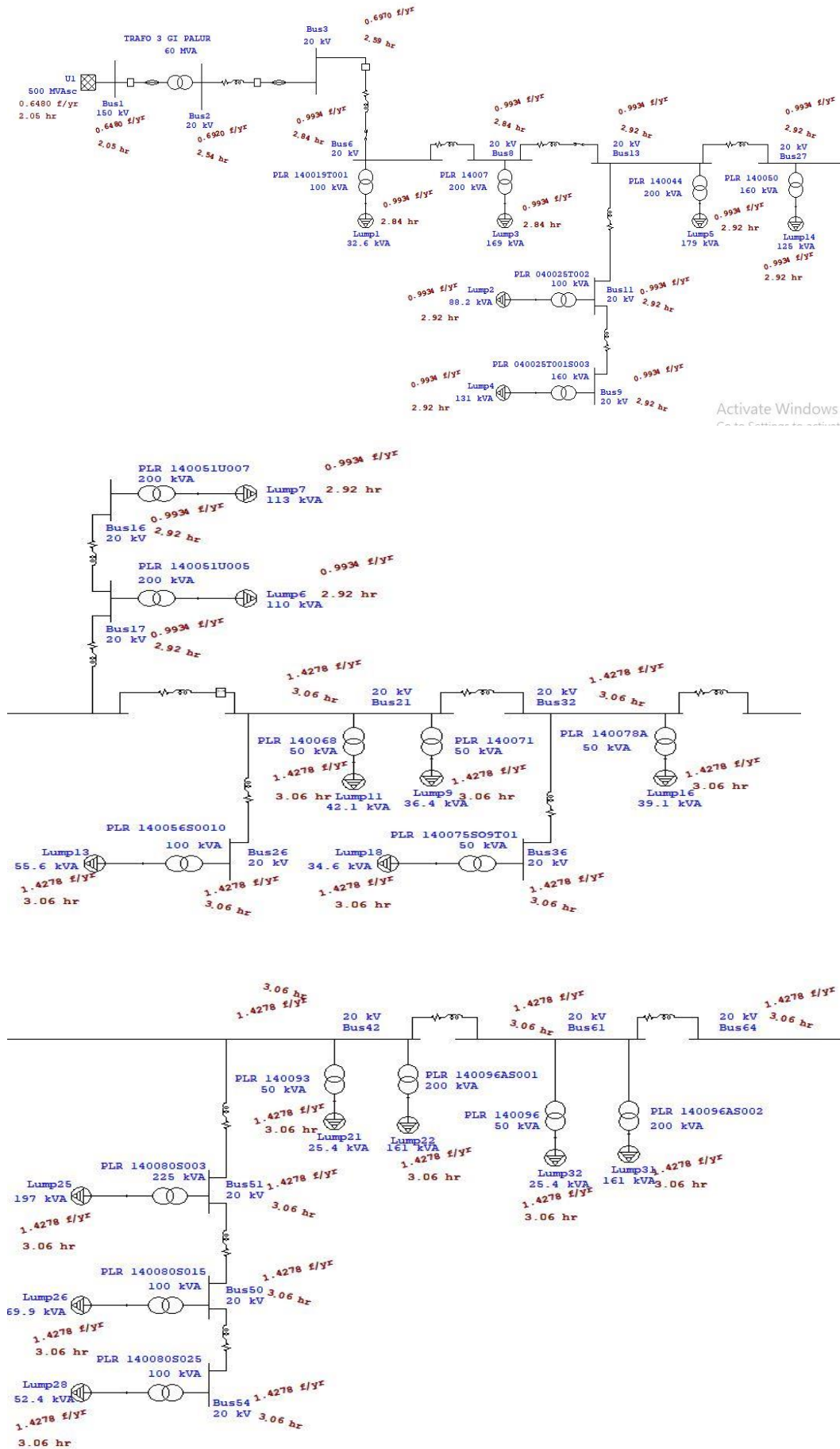
Simulasi kali ini akan menyimulasikan analisa keandalan menggunakan *software* ETAP mode *Reliability Assessment (RA)*. Pada simulasi ini akan disimulasikan analisa keandalan pada penyulang PLR.14, karena dari perhitungan matematis menggunakan rumus menurut standar IEEE, untuk nilai SAIDI pada penyulang PLR.14 tidak andal dengan nilai SAIDI 3.0284 jam/tahun.

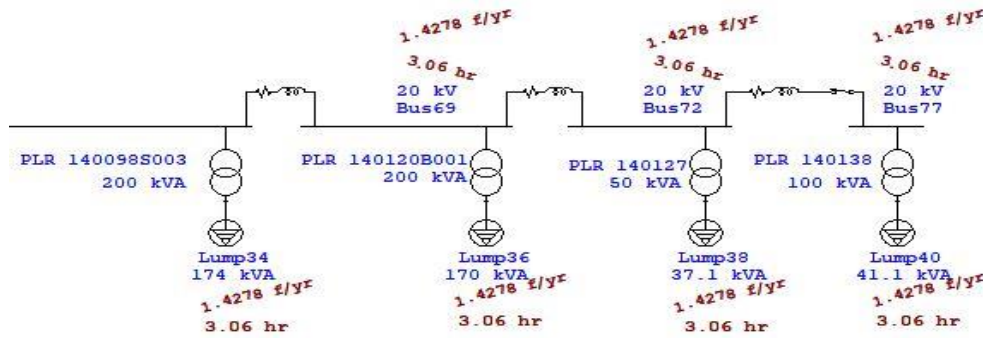
3.8 Single Line Diagram Penyulang PLR.14

Berikut ini merupakan topologi *single line diagram* penyulang PLR.14 yang disimulasikan pada *software* ETAP. Sistem distribusi tenaga listrik pada topologi jaringan penyulang PLR.14 ini menggunakan sistem radial dengan tipe radial pohon. Saluran utama diambil dari gardu induk, kemudian dicabangkan melalui saluran cabang.



Activate Win





Gambar 3. Simulasi keandalan sistem pada penyulang PLR.14

Dari hasil simulasi analisa keandalan diatas menggunakan *software* ETAP dengan mode *Reliability Assessment (RA)*, maka diketahui hasil analisa keandalan dengan indeks SAIFI dan SAIDI pada penyulang PLR.14 sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil simulasi keandalan sistem indeks SAIFI dan SAIDI penyulang PLR.14

Indeks Keandalan	Hasil Simulasi ETAP
SAIFI	1.283 kali/konsumen/tahun
SAIDI	3.7005 jam/konsumen/tahun

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, didapatkan nilai keandalan sistem indeks SAIFI sebesar 1.2830 kali/konsumen/tahun dan nilai keandalan sistem indeks SAIDI sebesar 3.7005 jam/konsumen/tahun.

3.10 Perbandingan Nilai Keandalan Sistem Menggunakan Perhitungan dan Simulasi Menggunakan *Software* ETAP pada Penyulang PLR.14

Tabel 8. Perbandingan nilai keandalan sistem menggunakan perhitungan dan simulasi ETAP

Indeks Keandalan	Hasil Perbandingan PLR.14		Selisih
	Perhitungan Matematis	Simulasi ETAP	
SAIFI	1.1954	1.2830	0.0876
SAIDI	3.0284	3.7005	0.6721

Dari hasil perbandingan nilai keandalan yang dilakukan pada penyulang PLR.14, didapatkan selisih nilai keandalan indeks SAIFI antara perhitungan matematis dan simulasi sebesar 0.0876 kali/konsumen/tahun, dan selisih nilai keandalan indeks SAIDI antara perhitungan matematis dan simulasi sebesar 0.6721 jam/konsumen/tahun.

3.11 Sebab Gangguan yang Mempengaruhi Keandalan Sistem Distribusi

Pendistribusian tenaga listrik pasti terdapat sebab gangguan yang dapat mempengaruhi keandalan sistem distribusi. Berikut ini merupakan sebab gangguan yang dapat mempengaruhi keandalan sistem distribusi

3.11.1 Pemadaman

Keadaan dimana berhentinya suplai daya listrik kepada konsumen, yang diakibatkan dari pemeliharaan jaringan dan terdapat komponen yang mengalami gangguan atau kerusakan.

3.11.2 Kerusakan komponen

Merupakan keadaan suatu komponen tidak dapat bekerja sebagai mana fungsinya, berikut contoh beberapa gangguan yang terjadi di PT PLN ULP Palur, sesuai data pada tabel 9 berikut ini :

Tabel 9. Data gangguan yang terjadi di PT PLN ULP Palur

No	Tanggal	Penyulang	Penyebab	Lokasi
1	29-Feb-20	PLR.13	Petir menyambar JTM di T2-42	Utara ring road
2	5-Mar-20	PLR.2	Konduktor putus di instalasi no pole T2-5/2	PT duniatex
3	8-Mar-20	PLR.13	Kabel <i>out going short</i> sama body kubikel no pole T8-12G/2	PT sumber bengawan plasindo
4	17-Apr-20	PLR.14	<i>Arester short</i> phasa T di B2-78S/4	Dagen, Jaten
5	12-Jun-20	PLR.18	Tikus menyebabkan jumper dan FCO trafo 3 phasa rusak do T18-11A	Ngringo, Jaten
6	17-Jul-20	PLR.3	Pohon tumbang mengenai jaringan di T3-36	Jembatan songgorunggi
7	5-Agu-20	PLR.19	Ledakan di trafo 3 phasa no pole T19-9	Palur
8	5-Nov-20	PLR.3	Hubung singkat kubikel di pole PLR 03008S004	PT sinar terang
9	30-Nov-20	PLR.14	Isolator tarik pecah di pole B2-278C	Palur kulon
10	1-Des-20	PLR.17	Terminating kabel power rusak di pole PLR 170046S001	Pabrik wiryawan arya

3.11.3 Durasi pemadaman

Keadaan dimana lamanya terjadi pemadaman pada sistem, dari mulai pemadaman sampai sistem dapat bekerja kembali atau menyala.

3.11.4 Perbaikan sistem

Keadaan dimana periode sistem atau komponen diperbaiki, mulai dari komponen mengalami gangguan sampai komponen tersebut dapat bekerja sebagai mana fungsinya.

4. PENUTUP

Berdasarkan analisa keandalan sistem distribusi 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Palur menggunakan analisa perhitungan secara matematis dan simulasi keandalan menggunakan *software* ETAP, maka dapat disimpulkan bahwa : Menurut analisa perhitungan secara matematis untuk nilai keandalan sistem indeks SAIFI dan SAIDI, untuk setiap penyulang di PT PLN ULP Palur dari penyulang PLR.1 sampai PLR.22, tergolong masih andal karena untuk nilai keandalannya tidak melebihi batas maksimal menurut SPLN No 59: 1985 yaitu sebesar 3.2 untuk indeks SAIFI dan 21.09 untuk indeks SAIDI. Menurut analisa perhitungan secara matematis untuk nilai keandalan SAIFI, untuk setiap penyulang, tergolong masih andal karena nilai keandalan tidak melebihi batas maksimum, dan untuk nilai keandalan sistem indeks SAIDI, untuk penyulang PLR.14 tergolong tidak andal karena nilai keandalannya melebihi batas yang ditentukan sebesar 3.0284 jam/konsumen/tahun, menurut standar IEEE std 1366: 2003 yakni sebesar 1.45 kali/konsumen/tahun untuk indeks SAIFI dan 2.3 untuk indeks SAIDI. Berdasarkan hasil perbandingan nilai keandalan yang dilakukan antara analisa perhitungan keandalan secara matematis dan simulasi dengan menggunakan *software* ETAP pada penyulang PLR.14, didapatkan selisih nilai keandalan indeks SAIFI antara perhitungan matematis dan simulasi sebesar 0.0876 kali/konsumen/tahun, dan selisih nilai keandalan indeks SAIDI antara perhitungan matematis dan simulasi sebesar 0.6721 jam/konsumen/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainur, N. (2020). Reliability Analysis of 20 kV Distribution System in PT PLN (Persero) ULP Palopo Kota with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). 12.
- Hidayatullah, R. (2017). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20KV Menggunakan Metode Section Technique dan Ria – Section Technique pada Penyulang Adi Sucipto Pekanbaru. 7.
- Imran, M., & Bintoro, A. (2019). Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Untuk Wilayah Kota Lhokseumawe di PT PLN (PERSERO) Rayon Kota Lhokseumawe. 08, 6.
- Khoirudin, I. (2019). Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV dengan Indeks SAIFI dan SAIDI pada PLN ULP Manahan. 19.
- Kifle, Y. (2018). Assessment and Enhancement of Distribution System Reliability by Renewable Energy Sources and Energy Storage. *Journal of Green Engineering*, 8(3), 219–262. <https://doi.org/10.13052/jge1904-4720.832>
- Lestari, M. C. W., & Mulyadi, Y. (2018). Analysis of 20 kV Power Distribution System Reliability using the Section Technique. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 384, 012035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/384/1/012035>
- Listriknegara, P. (1985). Standar Perusahaan Umum Listrik Negara 59 : 1985. 32.
- Maliky, A. T. (2020). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV pada Penyulang Pejangkungan di PT PLN Pasuruan Menggunakan Metode RIA. *Jurnal Teknik Elektro*, 09, 9.

- Nazaruddin, Mahalla, Fauzi, Maimun, Subhan, Abubakar, S., & Aiyub, S. (2020). Reliability Analysis of 20 KV Electric Power Distribution System. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 854, 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/854/1/012007>
- Nugroho, A. S. (2012). Studi Keandalan Sistem Distribusi 20kV di Bengkulu dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA). 1(1), 6.
- Prabowo, H., & Hakim, J. A. R. (2012). Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi PT Semen Gresik-Tuban Menggunakan Metode Reliability Index Assessment (RIA) dan Software ETAP (Electrical Transient Analysis Program). 5.
- Santoso, R. (2016). Evaluasi Tingkat Keandalan Jaringan Distribusi 20 kV Pada Gardu Induk Bangkinang Dengan Menggunakan Metode FMEA. 3, 7.
- Sekhar, P. C., Deshpande, R. A., & Sankar, V. (2016). Evaluation and improvement of reliability indices of electrical power distribution system. 2016 National Power Systems Conference (NPSC), 1–6. <https://doi.org/10.1109/NPSC.2016.7858838>
- Setiawan, T. T. (2018). Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv dari Gi Industri Penyulang I.5 sampai dengan Gardu Hubung Rapak. 6(2), 10.
- Wicaksono, J. E., & Suhardi, D. (2019). Analisis Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Lowokwaru Menggunakan Metode Ria (Reliability Index Assessment). 1(2), 8.
- Wijayanti, N. (2019). Analisa Keandalan Penyulang Sistem Distribusi 20 KV PTPLN (Persero) APJ Klaten Rayon Boyolali. 11.